



*Workshop*  
**"INQUINAMENTO DA MICROPLASTICHE NELLE ACQUE: STATO ATTUALE E STRATEGIE FUTURE.**  
**10 Maggio 2023**

DIPARTIMENTO  
INGEGNERIA CHIMICA  
MATERIALI AMBIENTE



**SAPIENZA**  
UNIVERSITÀ DI ROMA

**AIDIC** / Associazione Italiana  
di Ingegneria Chimica

# Microplastiche nei laghi italiani: biodiversità e struttura della plastisfera



**Francesca Di Pippo**<sup>1</sup>, Caterina Levantesi<sup>1</sup>, Simona Crognale<sup>1</sup>, Valerio Bocci<sup>1</sup>, Stefano Amalfitano<sup>1</sup>, Simona Rossetti<sup>1</sup>, Andrea Martinelli<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Istituto di Ricerca Sulle Acque, CNR-IRSA, Consiglio Nazionale delle Ricerche*

<sup>2</sup>*Sapienza Università Di Roma, Dipartimento di Chimica*

[francesca.dipippo@irsa.cnr.it](mailto:francesca.dipippo@irsa.cnr.it)

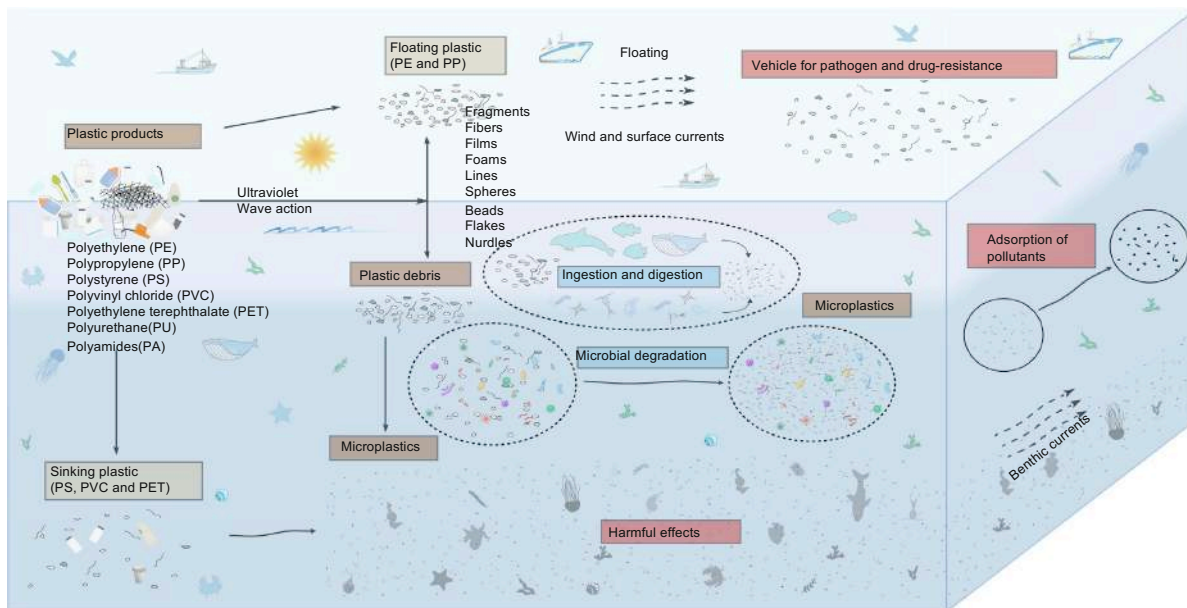
Laboratorio di Microbiologia Ambientale e Biologia Molecolare

<https://www.irsa.cnr.it>



# Plastiche e **Microplastiche (MPs)** contaminanti emergenti in ecosistemi acquatici

Possibile destino delle plastiche in oceano



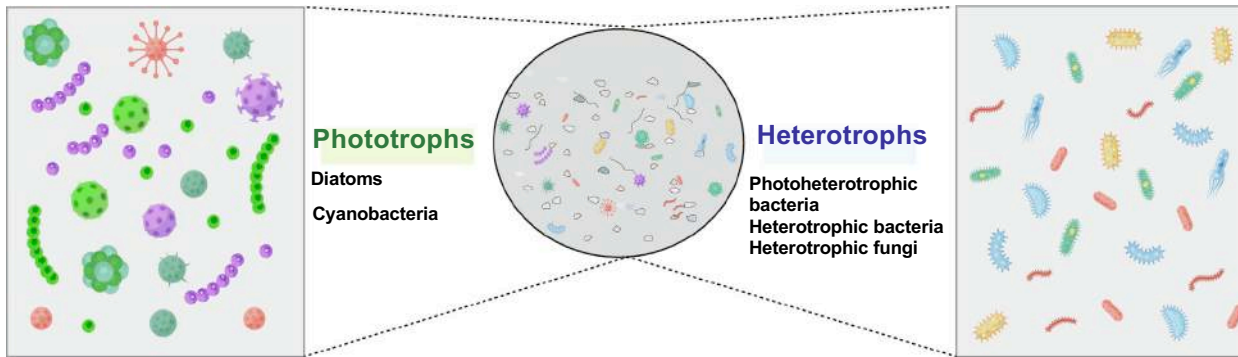
(Modificato da Du et al. 2022)

Ruolo **MPs** come veicolo di dispersione di comunità microbiche

MPs colonizzate da microrganismi planctonici → Biofilm → adesi alle plastiche

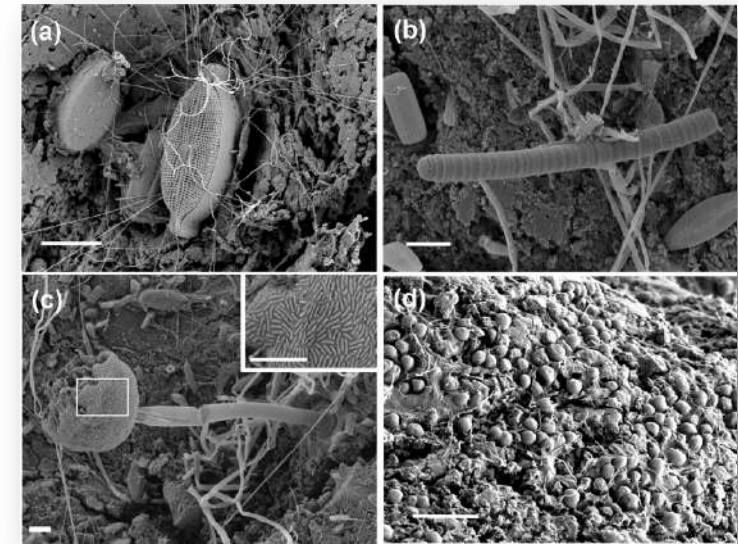
Studi sulla plastisfera principalmente in ecosistemi marini

**Plastisfera**



- |   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| <p><b>Diatoms</b><br/> <i>Mastogloia</i><br/> <i>Navicula</i><br/> <i>Nitzschia</i><br/> <i>Cyclotella</i><br/> <i>Pleurosigma</i><br/> <i>Sellaphora</i><br/> <i>Amphora</i><br/> <i>Nitzschia</i></p> | <p><b>Cyanobacteria</b><br/> <i>Prochlorotrichaceae</i>:<br/> <i>Phormidium</i><br/> <i>Rivulariaceae</i>:<br/> <i>Rivularia</i></p> | <p><b>Photoheterotrophic bacteria</b><br/> <i>Erythrobacteraceae</i>:<br/> <i>Erythrobacter</i><br/> <i>Rhodobacteraceae</i>:<br/> <i>Roseobacter</i></p> | <p><b>Heterotrophic bacteria</b><br/> <i>Pseudomonadaceae</i>:<br/> <i>Pseudomonas</i><br/> <i>Azotobacter</i><br/> <i>Bacillaceae</i>:<br/> <i>Bacillus</i><br/> <i>Nocardiaceae</i>:<br/> <i>Rhodococcus</i><br/> <i>Pirellulaceae</i><br/> <i>Phycisphaerales</i><br/>         .....</p> | <p><b>Heterotrophic fungi</b><br/> <i>Chytridiomycota</i>:<br/> <i>Chytridium</i><br/> <i>Cryptomycota</i>:<br/> <i>Saccharomyces</i><br/> <i>Candida</i><br/> <i>Kazachstania</i></p> |
|---|--|---|---|--|

(Modificato da Du et al. 2022)



(Zettler et al. 2013)

Elevata diversità strutturale e funzionale



- Composizione in taxa, diversità e struttura differente rispetto alle comunità planctoniche
- Diversità e struttura della plastisfera influenzata da condizioni ambientali
- Effetto tipo di polimero su struttura e biodiversità della plastisfera ancora dibattuto
- Dinamiche di sviluppo non ancora chiare
- Possibile ruolo della plastisfera nella biodegradazione delle plastiche

## NUOVA NICCHIA EMERGENTE IN AMBIENTE PELAGICO PER ORGANISMI BENTONICI

Ruolo come possibile veicolo dispersione microrganismi tossici e/o patogeni e geni per la resistenza agli antibiotici (ARGs) nell'ambiente

Limitati dati plastisfera in ambiente di acqua dolce

## SCOPO

- Valutazione diversità e struttura della comunità batterica ed eucariotica, possibili fattori che influenzano pattern di colonizzazione in ecosistemi lacustri
- Valutazione ruolo della plastisfera come possibile vettore di dispersione di microrganismi tossici e/o patogeni e geni per la resistenza agli antibiotici (ARGs) nell'ambiente

## IPOTESI

**MPs come substrato di crescita galleggiante che fornisce un habitat pelagico a specie con habitus bentonico con possibili implicazioni ecologiche e sulla salute umana**

## XIV Edizione Campagna Goletta dei Laghi



goletta  
dei  
laghi  
cigno azzurro

ENEA

Agencia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



(Di Pippo et al. 2020, Water Research)

Iseo (IS), Como (CO), Maggiore (MA), Garda (GA), Trasimeno (TR), Bracciano (BRA), Paola (SA)



Workshop  
"INQUINAMENTO DA MICROPLASTICHE NELLE ACQUE: STATO ATTUALE E STRATEGIE FUTURE."  
10 Maggio 2023

## ANALISI PLASTISFERA

Fluorescence *In Situ* Hybridisation (FISH)

Microscopia Confocale a Scansione Laser (CLSM)

Sequenziamento high throughput geni 16S rRNA and 18S rRNA

qPCR geni *Int1* and 16S rRNA

Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP)-PCR per presenza di *Salmonella* spp, *Legionella* spp, *Legionella pneumophila* and *Pseudomonas aeruginosa*

## ANALISI MPs

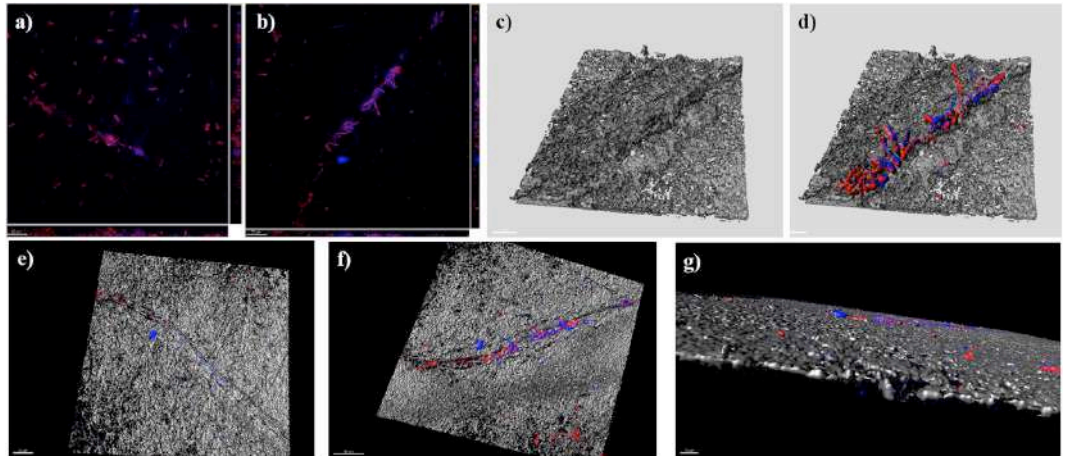
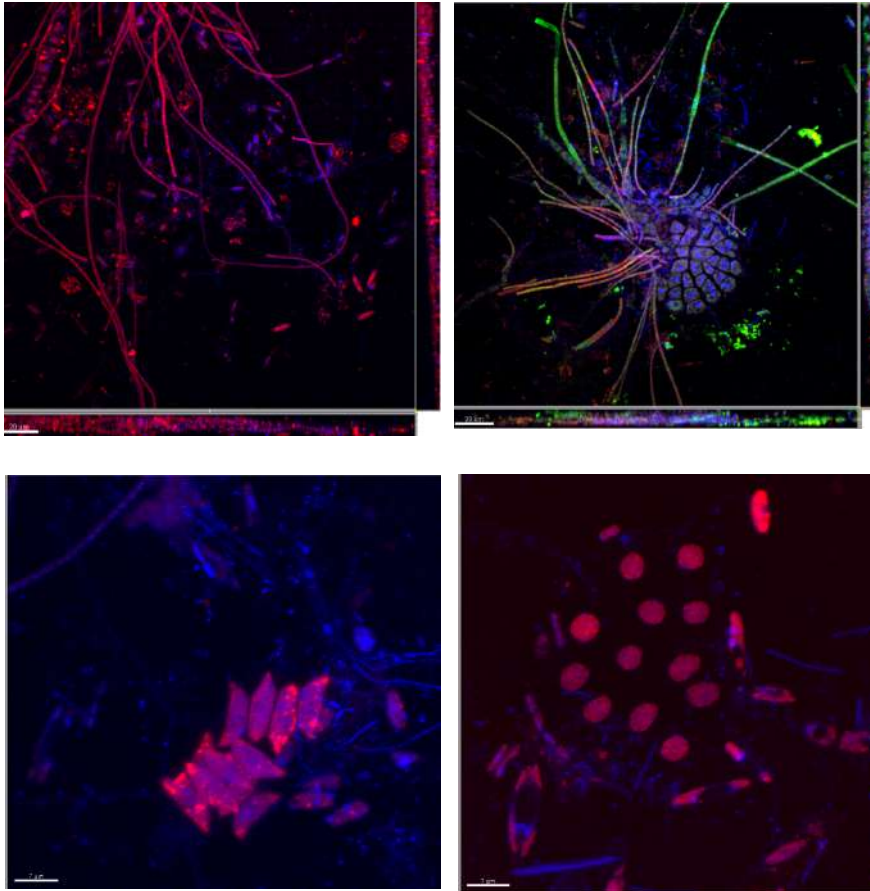
Fourier Transform Infrared spectroscopy (FT-IR)

Carbonyl Index (CI)

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Sequenziamento high throughput geni 16S rRNA and 18S rRNA su **campioni di acqua**

ARCHITETTURA



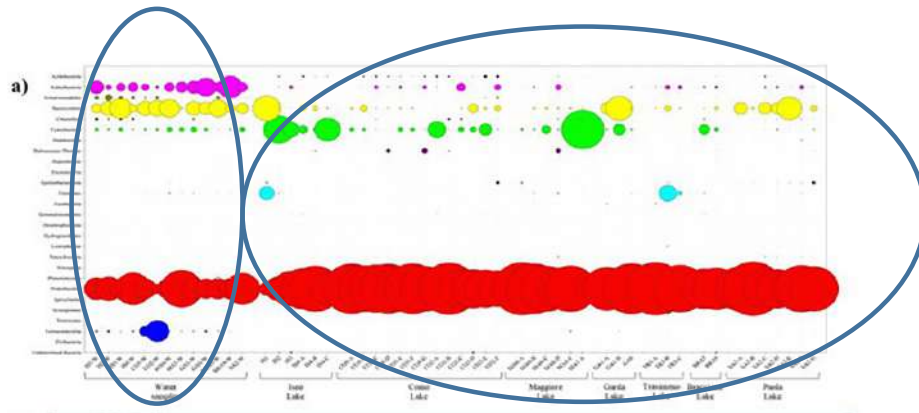
(Di Pippo et al. 2020, Water Research)

Struttura multistratificata

Microcolonie di batteri e/o cianobatteri, diatomee, alghe verdi strettamente associate





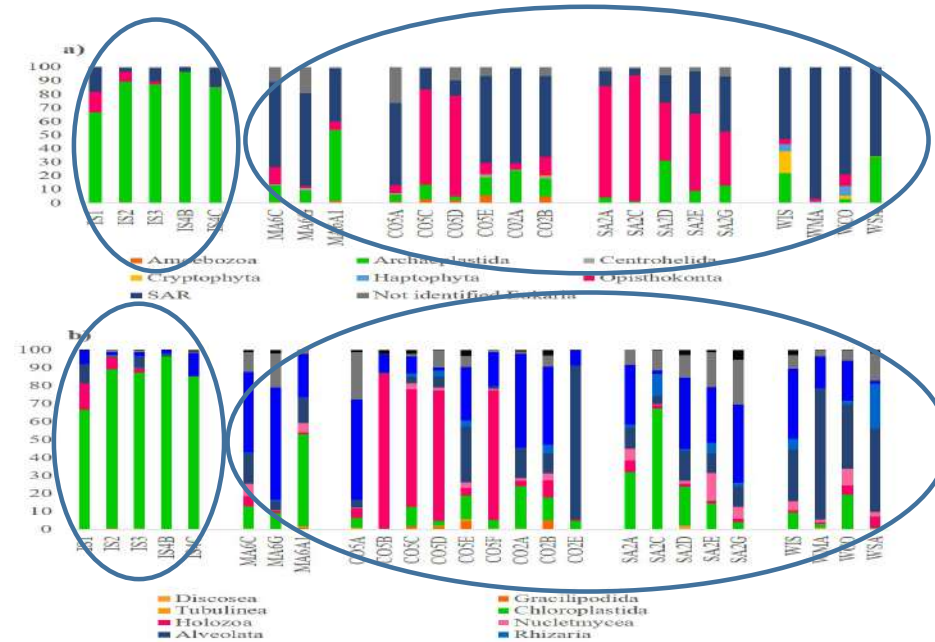


(Di Pippo et al. 2020, Water Research)

- Proteobacteria** (18.1–94.7% reads totali)
- Bacteroidetes** (4.7–43.9%)
- Actinobacteria** (5.5–39.0)
- Cyanobacteria** (0.5–61.20%)

Composizione simile a quella di biofilm su substrati naturali

Composizione batterica ed eucariotica della plastisfera significativamente diversa da quella planctonica

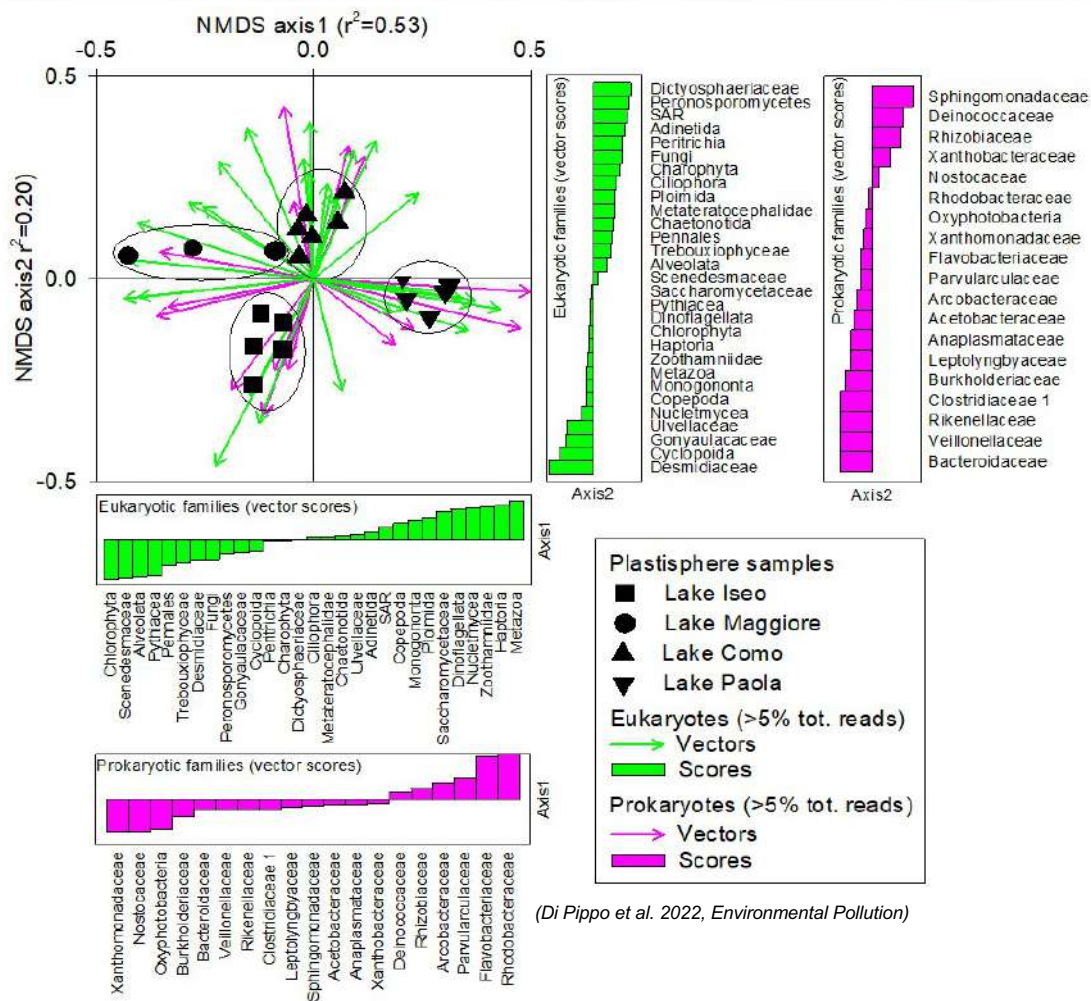


(Di Pippo et al. 2022, Environmental Pollution)

SAR supreggruppo (Alveolata and Stramenopiles), Holozoa, inclusi Metazoa, Fungi and Chloroplastida

**Ruolo selettivo MPs**





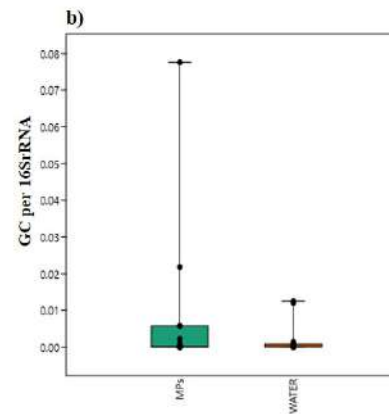
- **Composizione della plastisfera significativamente diversa tra laghi**
- **No differenze significative della composizione tra i polimeri**

➤ Taxa HAB (Harmful Algal Bloom)

- Cianobatteri produttori di cianotossine: *Pseudoanabaena* spp., *Leptolyngbya* spp., *Calothrix* spp., *Nostoc* spp. and *Phormidium* spp.
- Genere planctonico *Gonyaulax* (Gonyaulacales, Dinophyceae)  
(MPs come vettore di cisti)

	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Legionella</i> spp.	<i>Legionella pneumophila</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
ISEO	ND	ND	ND	ND
COMO	ND	7.6%	ND	15.4%
MAGGIORE	ND	ND	ND	11.1%
PAOLA	28.5%	14.3%	ND	ND

Presenza di patogeni (*Legionella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*)



- *int11* presente in molti dei campioni analizzati con abbondanze variabili tra i laghi
- Valori *int11* maggiori nelle MPs che nei campioni di acqua

Indicazioni di possibile rischio legato alla plastisfera in ambiente lacustre

Generi *Flavobacterium*, *Rhodococcus* e *Ideonella* in molte comunità di biofilm

## OUPUT

**Primi/nuovi dati su diversità e struttura della plastisfera in ambienti lacustri**

**MPs come substrato di crescita galleggiante che fornisce un habitat pelagico a specie con habitus bentonico**

## Questioni aperte

Effetto tipo polimero sulla composizione e diversità della plastisfera

Dinamiche sviluppo della plastisfera nel tempo

Relazione tra dinamiche sviluppo/composizione in specie e potenziale biodegradativo della plastisfera

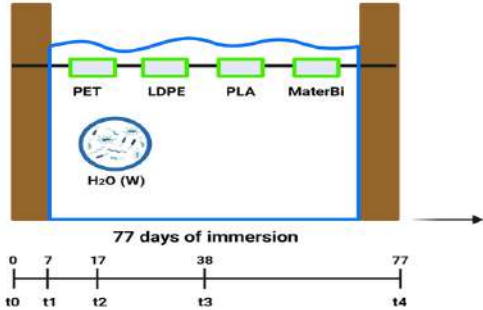
Effettivo rischio legato alla presenza della plastisfera



## Esperimenti On site

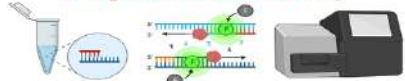


Fragmentation  
Bracciano Lake



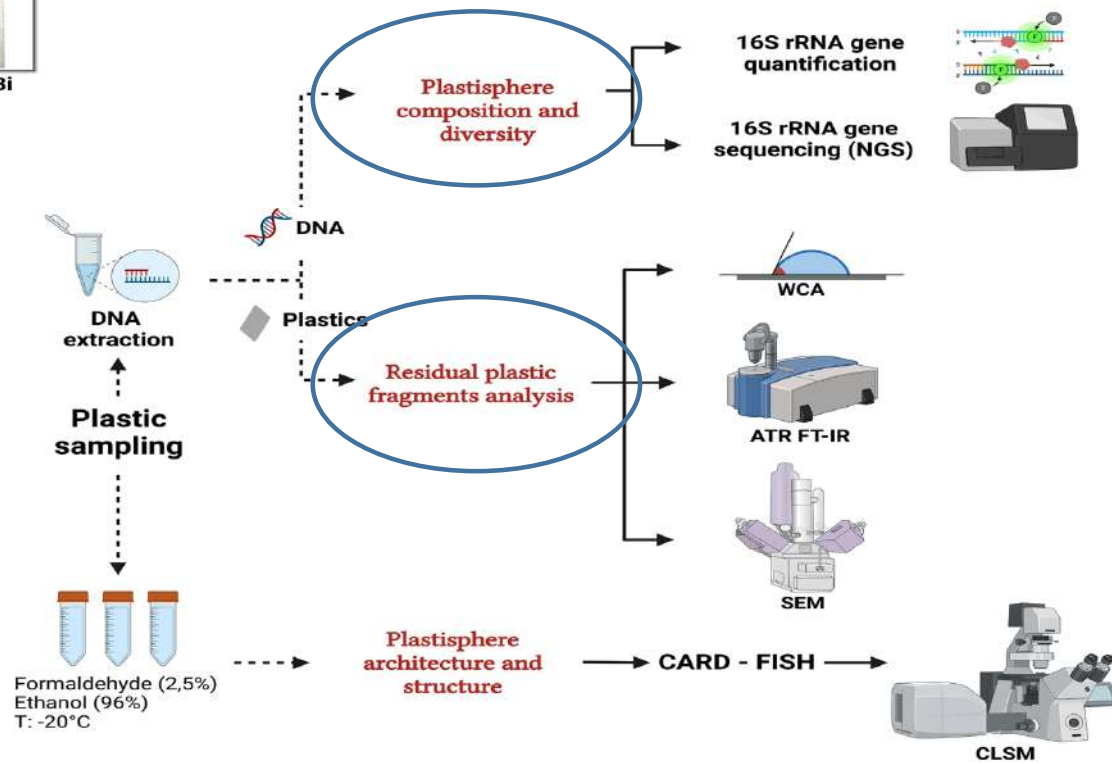
Water sampling

Planktonic communities  
composition and diversity

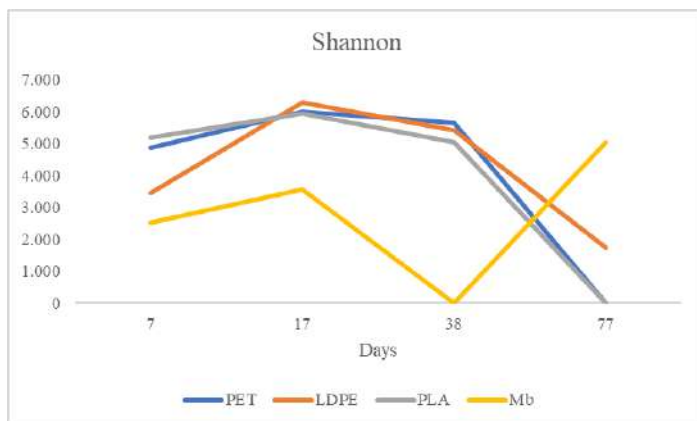


(Di Pippo et al. submitted)

## WORK IN PROGRESS.....



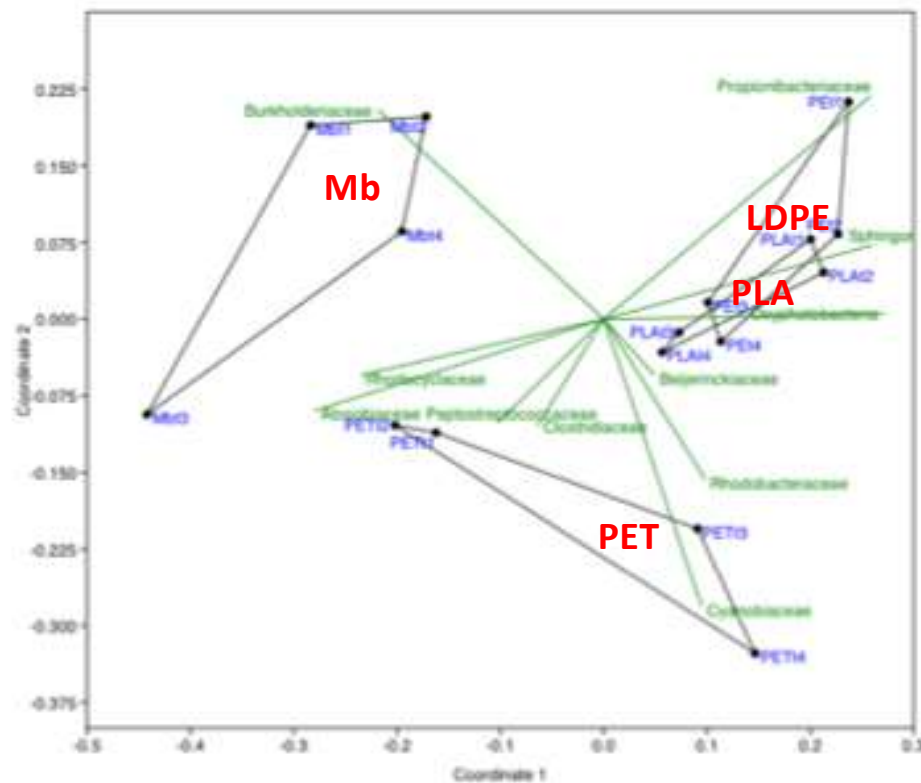
## Effetto del polimero sulla composizione in taxa



**Trend e valori di diversità simili indipendentemente dal polimero**

Consistenti con dati biofilm naturali in ambiente acquatico

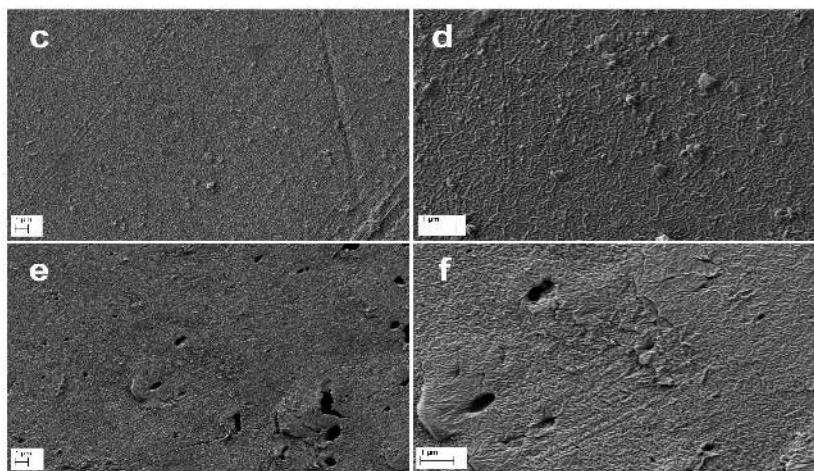
### NMDS – ASVs dominanti (>10% tot. reads)



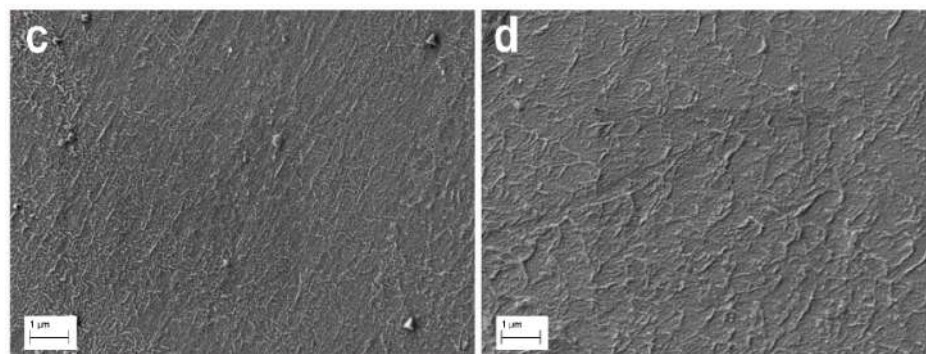
**PLA, PET e LDPE** dominanza **Actinobacteria** (fino al 79.2%) durante le fasi iniziali di sviluppo (t1 and t2) e abbondanza di batteri pigmentati fotosintetici negli stadi successivi (t3 and t4).

(Di Pippo et al. submitted)

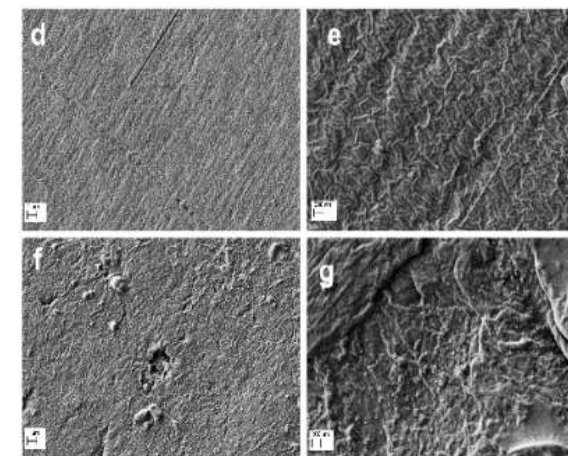
## PLA



## PET



## LDPE



**No modifiche polimero imputabili a fattori biotici**

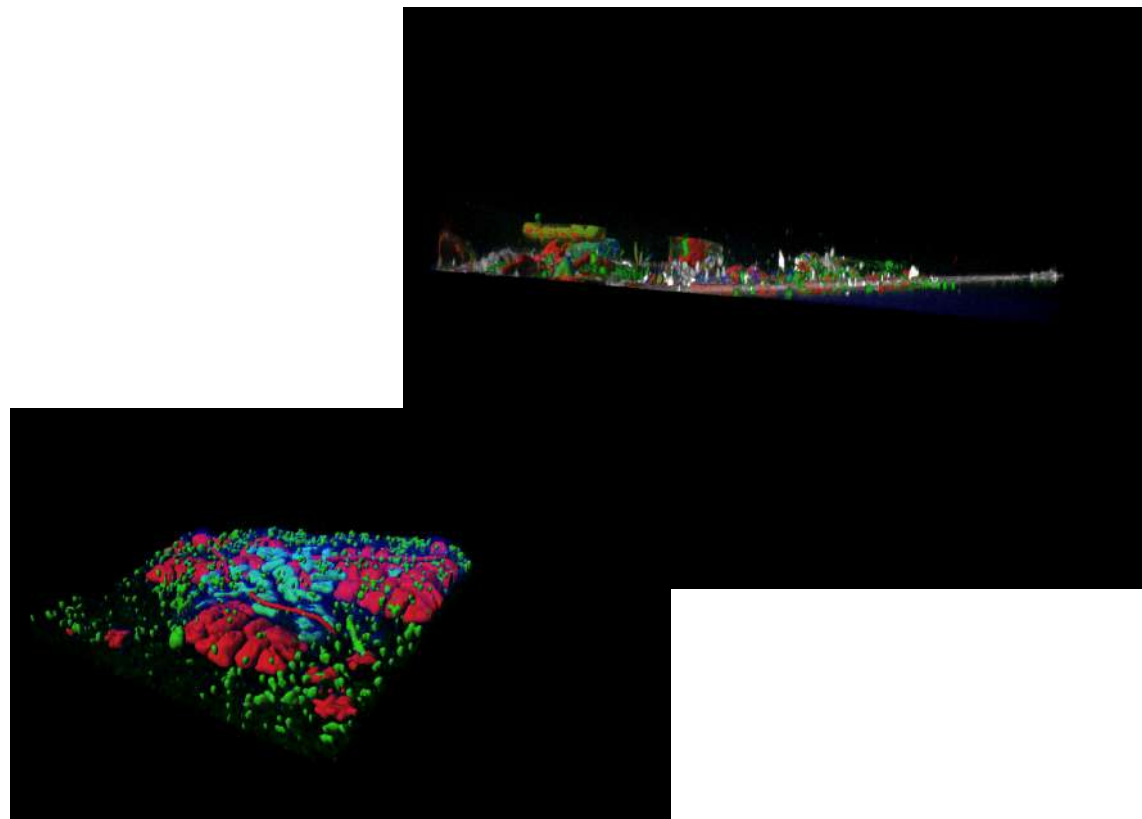
## IPOTESI

**PLA, LDPE e PET** come superficie di adesione e sviluppo dei biofilm

**No biodegradazione PLA, LDPE e PET**

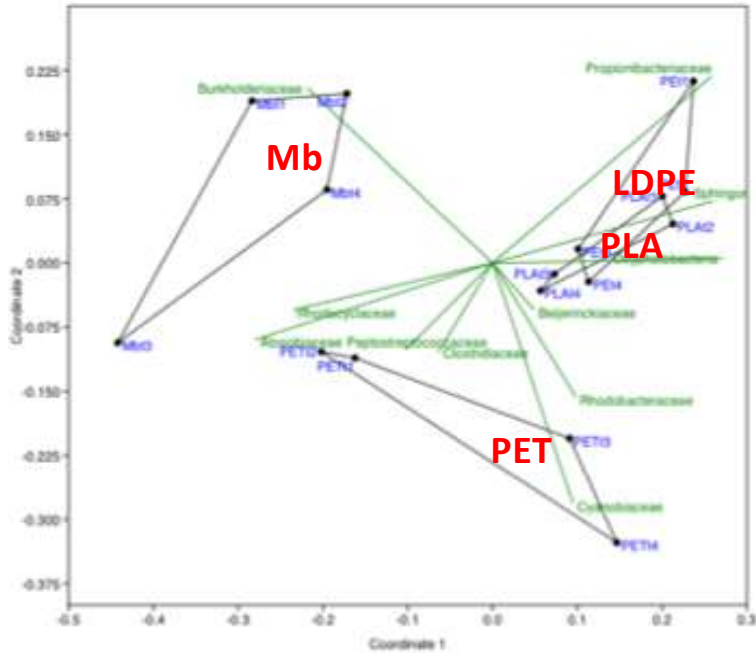
**Azione protettiva della plastisfera**

- **Film**
- **Matrice Esopolimerica**

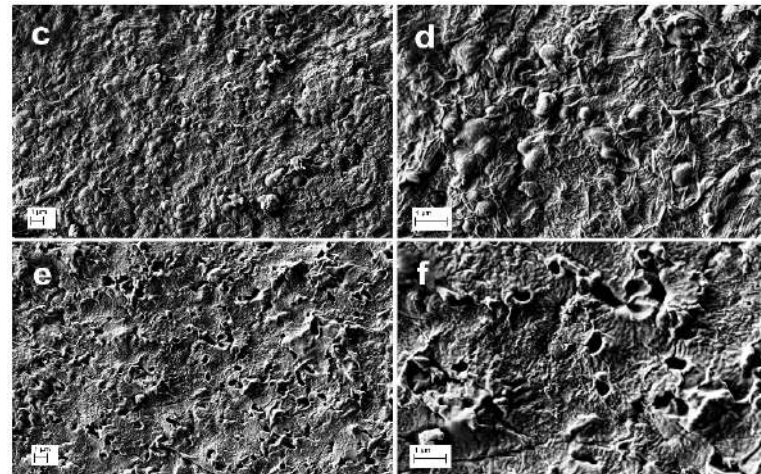




NMDS – ASVs dominanti (>10% tot. reads)



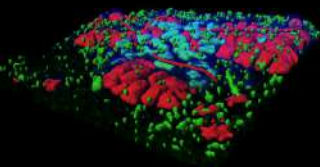
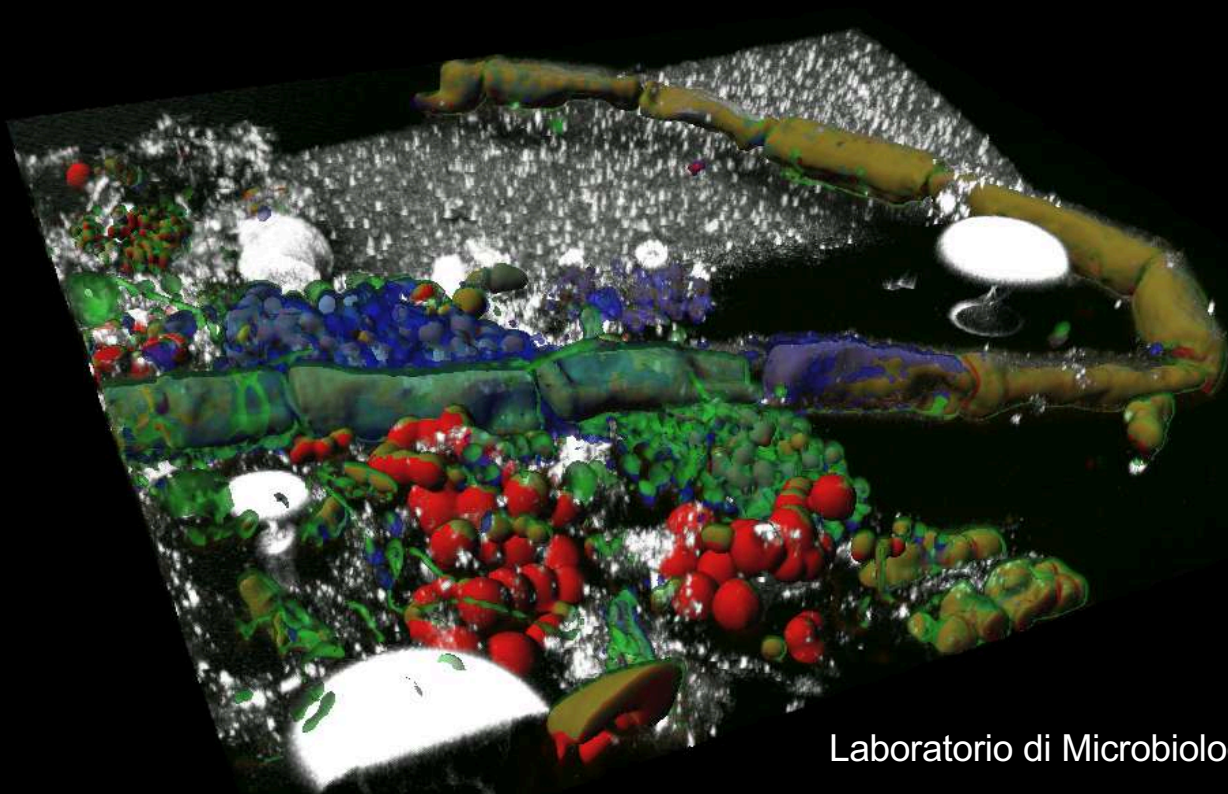
Composizione del **MaterBi**® guidata da **Gammaproteobacteria**, in particolare membri della famiglia Burkholderiaceae (fino al 50.5 %) Assenza di batteri pigmentati fotosintetici negli stadi successivi



Comunità in grado di biodegradare l'amido ma non la matrice del polimero in cui l'amido è immerso

**Composizione in taxa della plastisfera è influenzata dal polimero su cui aderisce e riflette anche la capacità dei microrganismi di degradare o meno il substrato di adesione**

**Riflessione sul destino delle plastiche biodegradabili/compostabili se immerse nell'ambiente acquatico**



***Grazie!***

[francesca.dipippo@irsa.cnr.it](mailto:francesca.dipippo@irsa.cnr.it)

IRSA  
Laboratorio di Microbiologia Ambientale e Biologia Molecolare

<https://www.irsa.cnr.it>



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,